

## 放射線による木材・ポリマー複合体. II.

— 2, 3 の添加物が木材・ポリ塩化ビニリデン複合体の物理的ならびに機械的性質と難燃性におよぼす影響 —\*1

石原 茂久\*2, 後藤田正夫\*3, 南 正院\*2  
満久 崇麿\*4, 金田 弘\*5, 竹下 登\*6

### Note on Wood-Plastic Composite by Ionizing Radiation. II.

— Effects of Additives on Some Mechanical-and Physical Properties and Flame-retardancy of Wood-Polyvinylidene Chloride Composite —

Shigehisa ISHIHARA, Masao GOTODA, Zeong Woun NAM,  
Takamaro MAKU, Hiromu KANEDA and Noboru TAKESHITA

## 1 はじめに

木材の寸法安定化, 難燃性附与を目的として塩化ビニリデンを主体とする木材内放射線重合とそれによって得た木材・ポリマー複合体の性質については前報において報告した<sup>1)</sup>。

本研究では, ブナ, アカマツおよびレッドラワン材に, 2, 3 の化合物を添加して調製した塩化ビニリデンモノマーを注入, <sup>60</sup>Co  $\gamma$  線照射によって木材・ポリマー複合体を得て, これらの添加物が複合体の材質および難燃性能にどのような影響を及ぼすかを検討した。

## 2 実 験

### 2.1 照射試験片の作製と照射

#### 2.1.1 材 料

##### (1) 木 材

本実験に供した木材はブナ (*Fagus crenata* BLUME), アカマツ (*Pinus densiflora* STEB. et ZUCC.) およびレッドラワン (*Shorea negrosensis* FOXW.) の3樹種である。

\*1 1979年度高分子の崩壊と安定化研究会(高分子学会), 1979年11月4日(大阪大学, 大阪府豊中市)において講演発表。

\*2 木質材料部門(Div. of Composite Wood)

\*3 日本原子力研究所高崎研究所, 群馬県高崎市綿貫町(Japan Atomic Energy Research Institute, Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment, Takasaki, Gunma)

\*4 本学名誉教授(Professor Emeritus of Kyoto Univ.)

\*5 北海道教育大学函館分校, 函館市八幡町(Hokkaido Univ. of Education, Hakodate Branch, Hakodate, Hokkaido)

\*6 山陽国策パルプ(株), 岩国研究所, 山口県岩国市飯田町(Sanyokokusaku Pulp Co., Iwakuni Research Lab., Iwakuni, Yamaguchi)

ブナおよびアカマツは前報<sup>1)</sup>において述べたものと同一材料より採取した。レッドラワン (単板) はフィリッピン産のそれを合板会社に特に依頼して厳選, 採取した。これらのうちブナおよびアカマツはそれぞれの辺材から日本工業規格 (JIS) に規定する強度試験片, 寸法安定性試験片を, また, レッドラワン単板から ASTM D 777 に規定する燃焼試験片を調製した。これらの試験片は温度 25°C, 関係湿度60%の恒温恒湿室に6週間以上静置した後, 温度 50°C で72時間, 1~2 mmHg で減圧乾燥を行ない, 含水率0.1%以下になるように調整した。本実験ではこれを絶乾試験片として用いた。

(2) モノマーおよび添加剤

塩化ビニリデン (VDC) : 呉羽化学製製の約 77% の塩素を含むもので, その沸点は約 31°C であった。窒素気流中で蒸留したものを使用。

フェニールグリシジルエーテル : シェル石油製で, VDC の熱安定剤として VDC 100部に対して3部を使用。

アクリロニトリル (AN) : 市販 AN を窒素気流中で蒸留して使用。

トリアリルフォスフェート (TAP) : 市販品をそのまま使用。

三塩化アンチモン ( $SbCl_3$ ) : 市販特級試薬をそのまま使用。

塩化アンモニウム ( $NH_4Cl$ ), 臭化アンモニウム ( $NH_4Br$ ) : 市販特級試薬をそのまま使用。

2.1.2 モノマーの注入, 照射および比較単板の難燃処理

(1) モノマーの配合

以下の7種の配合を行なった。

i	VDC	単 独
ii	VDC	100 部
	$SbCl_3$	2.5部
iii	VDC	100 部
	$SbCl_3$	5 部
iv	VDC	100 部
	$SbCl_3$	10 部
v	VDC	8 部
	TAP	2 部
vi	VDC	8 部
	AN	2 部
	TAP	1 部
vii	VDC	8 部
	AN	2 部
	TAP	2 部

(2) モノマーの注入および照射

前報<sup>1)</sup>の気乾照射と同様のモノマー注入および照射を行なった。

(3) 比較単板の難燃処理

木材・ポリマー複合体の難燃性を比較するために, 複合体に供した単板と同一樹種, 同一形状の試験片を  $NH_4Cl$  および  $NH_4Br$  の 2.5, 5, 10, 15 および20%の水溶液 500 ml 中に浸漬し, 減圧 (10 mmHg) 4時間, 常圧解放1時間, さらに減圧2時間の注入処理の後, 常圧にもどしてそのまま15時間放置して注入を行なった。この後, 試験片をとり出し, 表面にある過剰の水溶液を除去し, ドラフト内で換気しながら乾燥した。含浸率は処理前後の絶乾重量の百分率で示した。

## 2.2 試験方法

### 2.2.1 材質試験

#### (1) 比重

温度, 20°C 関係湿度65%における気乾比重を測定した。

試験片寸法; 5 mm × 30 mm × 30 mm

試験片数; モノマー, 照射線量, ポリマーローディングの各条件につき5枚

比 重;  $r_u = \frac{W}{V}$

W: 試験片の重量 (g)

V: 重量測定時の試験片の体積 (cm<sup>3</sup>)

#### (2) 静的曲げ弾性係数および静的曲げ強度

曲げ性能は曲げ弾性係数および強度を単純支持中央集中荷重により求めた。

試験片寸法; 20 mm × 20 mm × 280 mm

荷 重 面; 柁目

試験片数; 各条件につき6枚

曲げ弾性係数;  $E = \frac{P_p l^3}{4ybh^3}$  (kg/cm<sup>2</sup>)

曲 げ 強 度;  $\sigma_b = \frac{3Pl}{2bh^2}$  (kg/cm<sup>2</sup>)

P: 破壊時の中央集中荷重 (kg)

P<sub>p</sub>: 比例限度における荷重 (kg)

l: スパン (cm)

b: 試験片の幅 (cm)

h: 試験片の厚さ (cm)

y: 比例限度における荷重点のたわみ (cm)

#### (3) せん断強度

試験片寸法 (せん断面積); 30 mm × 30 mm

せん断面; 柁目

試験片数; 各条件につき6枚

せん断強さ;  $\tau = \frac{P}{A}$  (kg/cm<sup>2</sup>)

P: 最大荷重 (kg)

A: せん断面積 (cm<sup>2</sup>)

#### (4) 木口面硬さ

ブリネル (Brinell) 硬さを求めた。これは直径 10 mm の鋼球による凹みの投影面積で、その時の荷重を割った値である。

試験片寸法; 5 mm × 30 mm × 30 mm

試験片数; 各条件につき6枚

測 点; 3ヶ所

ブリネル硬さ;  $H_B = \frac{P}{10\pi h}$  (kg/mm<sup>2</sup>)

P: 圧入深さ h が 1/π (≒0.32 mm) になるときの荷重 (kg)

h: 圧入深さ ≒0.32 mm

(5) 吸湿率および膨張率

試験片を 40°C, 飽湿の恒温恒湿器中に静置し, 6, 24 および72時間後の接線方向 (T) および半径方向 (R) の寸法ならびに重量をそれぞれ測定し, 下式により求めた。

試験片寸法; 5 mm × 30 mm × 30 mm

試験片数; 各条件につき5枚

吸湿率;  $\frac{W_t - W_u}{W_0} \times 100$  (%)

膨張率;  $\frac{T_{72} - T_u}{T_0} \times 100$  (%) (接線方向)

$\frac{R_{72} - R_u}{R_0} \times 100$  (%) (半径方向)

$W_t$ : t 時間後における試験片重量 (g)

$W_u$ : 試験片気乾重量 (g)

$W_0$ : 試験片絶乾重量 (g)

$T_{72}, R_{72}$ : 72時間後の接線方向および半径方向の長さ (cm)

$T_u, R_u$ : 気乾状態における接線方向および半径方向の長さ (cm)

$T_0, R_0$ : 絶乾状態における接線方向および半径方向の長さ (cm)

2.2.2 燃焼試験

ASTM D777-46 “Standard Method of Test for Flammability Treated Paper and Paperboard” (以下 ASTM D777 と略記する) に準じて燃焼試験を行なった。

試験片寸法; 0.85~0.88 mm × 79 mm × 206 mm.

試験片数; 各条件につき3枚

本実験においては残炎時間, 残じん時間および炭化長を測定した。

なお, ASTM D 777 ではその合格基準を次のように定めている。

残炎時間(秒); 2秒以上ないこと。

残じん時間(秒); 2秒以上ないこと。

炭化長 (cm); 試験片の平均炭化長が8.8 cm 以上ないこと。いずれの試験片も最大炭化長が11.3cm 以上ないこと。

3 結果と考察

3.1 木材・ポリマー複合体のポリマーローディング

VDC の  $\gamma$  線照射によるブナ, アカマツの木材内重合において, そのポリマーローディングが  $\gamma$  線照射線量, 樹種ならびに試験片の形状によって異なることを前報で述べた<sup>1)</sup>。

ここでは, VDC のほか, VDC・SbCl<sub>3</sub>, VDC・TAP および VDC・AN・TAP 混合物をラワン単板に注入して  $\gamma$  線照射したときのポリマーローディングと線量の関係を図1に示す。また, dimensional stability (DS) 測定用およびせん断強度試験用のブナおよびアカマツに VDC・TAP 混合物を注入して  $\gamma$  線照射したときのポリマーローディングと線量の関係を図2に示す。これらによると木材・VDC・SbCl<sub>3</sub> 複合体, 木材・VDC・TAP 複合体, 木材・VDC・AN・TAP 複合体のポリマーローディングは木材・VDC 複合体のそれと同様  $\gamma$  線量の増加により増加が認められ, モノマー混合物で得たカバ・VDC・MMA 複合体のそれと<sup>2)</sup> 同様の傾向が認められた。

ポリマーローディングの試験片の形状ならびに樹種による相異は前報<sup>1)</sup> と同様顕著である。

VDC モノマーに対する添加物がポリマーローディングに及ぼす影響をラワン・ポリマー複合体についてみると添加物の種類によってかなりの相異はあるが, 添加物の割合が増加するのに従いポリマーローディン

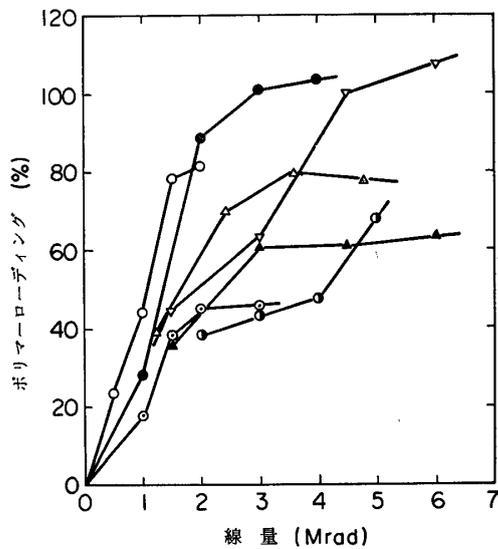


図1 ラワン単板におけるポリマーローディングと線量の関係  
 ○: VDC, ●: VDC/SbCl<sub>3</sub> (100/2.5)  
 ⊙: VDC/SbCl<sub>3</sub> (100/5), ⊖: VDC/SbCl<sub>3</sub> (100/10)  
 ▽: VDC/TAP (8/2), △: VDC/AN/TAP (8/2/1)  
 ▲: VDC/AN/TAP (8/2/2)

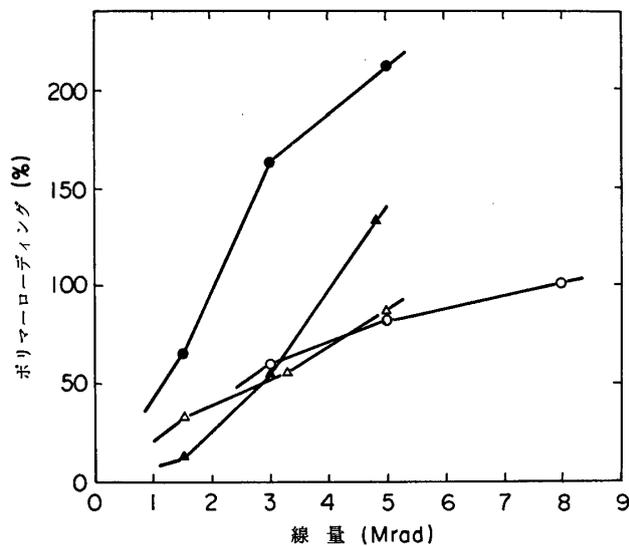


図2 ポリマーローディングと線量の関係  
 モノマー: VDC・AN・TAP (8/2/1)  
 ○: ブナ ●: アカマツ (5 mm×30 mm×30 mm)  
 △: ブナ ▲: アカマツ (30 mm×30 mm×40 mm)

グの低下が認められた。

またラワン・ポリマー複合体では VDC 単独では 1.5Mrad 近傍において、VDC・SbCl<sub>3</sub> および VDC・AN・TAP では 2.5~3.0 Mrad においてポリマーローディングが飽和する傾向が認められ、ラワン単板に対する VDC, VDC・SbCl<sub>3</sub> および VDC・AN・TAP の適正照射線量が上述の範囲であることが見いだされた。

### 3.2 物理的ならびに機械的性質

#### 3.2.1 静的曲げ弾性係数および曲げ強度

##### (1) 弾性係数

ブナ・VDC・AN・TAP 複合体のポリマーローディングと静的曲げ弾性係数の関係を図3に示した。これによると、全般的な傾向としてポリマーローディングによる弾性係数の顕著な増加はなく、わずかに増加するにすぎない。この傾向は前報<sup>1)</sup>において述べたブナ・VDC 複合体およびアカマツ・VDC 複合体と同様であって、複合体に供するモノマーが混合物であってもポリマーローディングと静的曲げ弾性係数の関係は単独モノマーを用いた複合体のそれとほぼ同様の関係にあるものと判断される。

上で述べたブナ・VDC・AN・TAP 複合体の静的曲げ弾性係数に対するポリマーローディングの増加に伴う複合体の比重増加の影響を知るためにポリマーローディングと比曲げ弾性係数の関係を図4に示した。これによると、無処理の比曲げ弾性係数に比べて複合体のそれはいずれも低く、ポリマーローディング約90%において若干の回復はあるもののローディング増、すなわち比重の増加により漸減の傾向を示し、これも、ブナ・VDC 複合体、アカマツ・VDC 複合体のそれとほぼ同様であった。

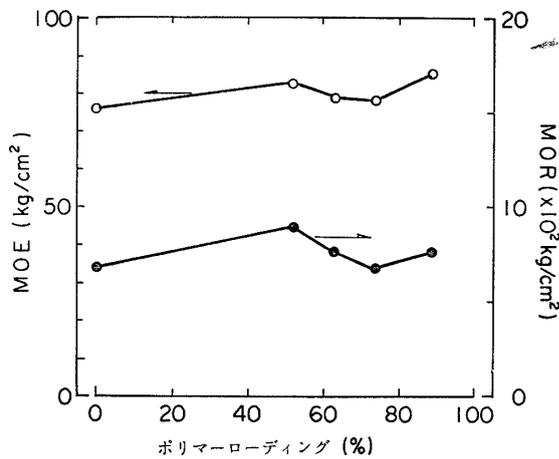


図3 ブナ・VDC・AN・TAP 複合体の静的曲げ弾性係数 (MOE) および曲げ強度 (MOR) とポリマーローディングの関係

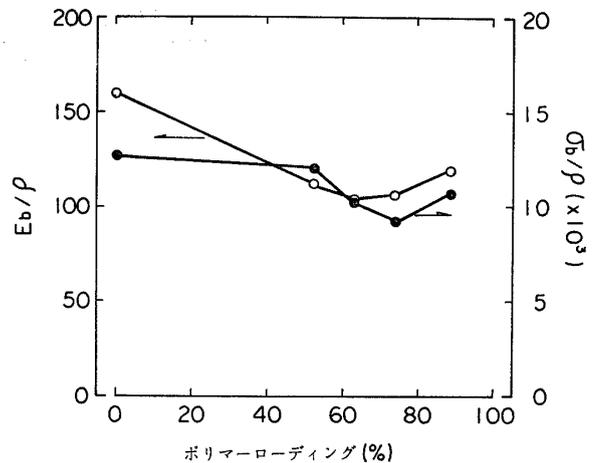


図4 ブナ・VDC・AN・TAP 複合体の曲げ比弾性係数 (E<sub>b</sub>/ρ) および比強度 (σ<sub>b</sub>/ρ) とポリマーローディングの関係

##### (2) 曲げ強度

ブナ・VDC・AN・TAP 複合体のポリマーローディングと曲げ強度および比曲げ強度の関係を図3および図4に示しているが、ポリマーローディングの曲げ強度への影響は弾性係数の場合と同様顕著ではなく、また、ポリマーローディングによる比重の増加によって曲げ強度はわずかながら低下の傾向を示している。これは、木材・VDC 複合体の場合<sup>1)</sup>と同一の傾向であって、γ線による VDC, VDC・AN・TAP による複合化が静的な曲げ性能の向上に寄与していないことを示している。

#### 3.2.2 せん断強度

ブナおよびアカマツと VDC・AN・TAP (8:2:1) との複合体におけるポリマーローディングとせん断強度 (靭目) ならびに比せん断強度を図5に示す。これによると、ブナ、アカマツ試片ともに無処理のそれと比較してせん断強度はかなり増加している。しかしながらポリマーローディングの増加に伴うせん断強度の増加はほとんどなく、ブナでは30%前後のローディングで、アカマツでは10%近傍のそれではほぼ飽和するものと考えられる。木材のせん断強度と比重の関係は圧縮強さなどに比較して密接ではないとされており<sup>3)</sup>、本複合体においてもほぼ同様のことが考えられる。このことは、ポリマーローディングが10%のアカマツの

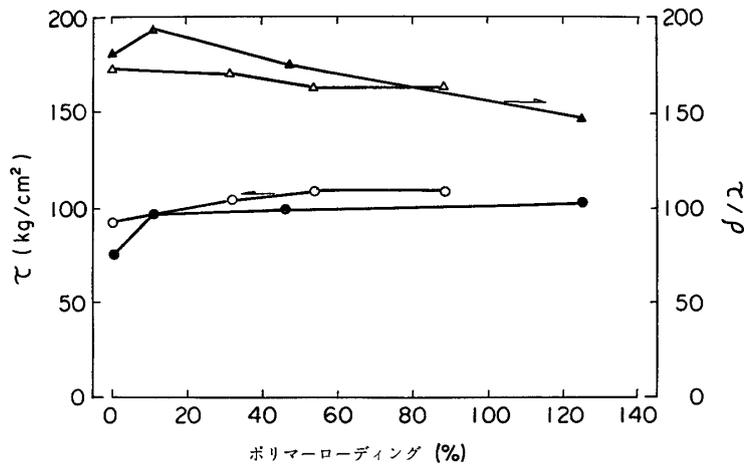


図5 木材・VDC・AN・TAP 複合体のせん断強度 ( $\tau$ ) および比せん断強度 ( $\tau/\rho$ ) とポリマーローディングの関係  
○, △: ブナ ●, ▲: アカマツ

複合体を除いて、いずれもポリマーローディングの増加により比せん断強度が低減するというせん断挙動とも符合する。

### 3.2.3 木口面硬さ

ブナ・VDC・AN・TAP (8:2:1) 複合体のポリマーローディングと木口面硬さおよびその比硬さを図6に示した。ブナ、アカマツともに複合化によって木口面硬さの増加が認められ、その傾向はブナにおいてとくに顕著であった。

ポリマーローディング増に伴う比重の増加が硬さに及ぼす影響はブナにおける60~80%のポリマーローディングを除いて全体的には向上を示すのに対し、アカマツの複合体の比硬さはポリマーローディングの増加によってかなりの低下を示した。VDC・AN・TAP のモノマー混合物によって得たブナおよびアカマツの複合体の木口面硬さおよびその比硬さと VDC モノマー単独で得た複合体のそれとの間に顕著な差を認めることはできなかった。

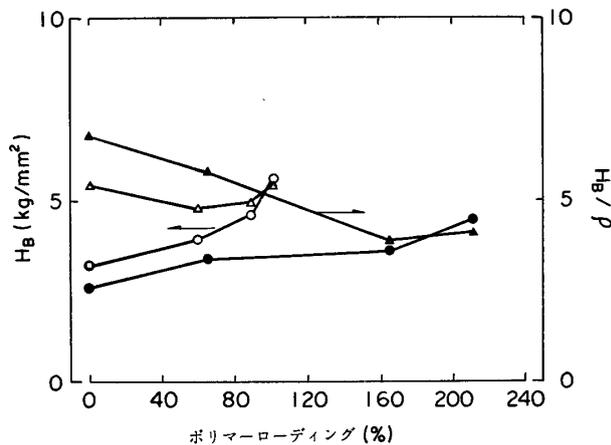


図6 木材・VDC・AN・TAP 複合体のブリネル硬さ ( $H_B$ ) および比硬さ ( $H_B/\rho$ ) とポリマーローディングの関係  
○, △: ブナ ●, ▲: アカマツ

3.2.4 吸湿率および吸湿に伴う膨張率

温度 40°C における飽湿の恒温恒湿容器中に試験片を 6, 24 および 72 時間静置したときの吸湿率とポリマーローディングの関係を図 7 に示し, 図 8 および図 9 にブナおよびアカマツの複合体のそれぞれ特徴的な吸湿過程を示した。

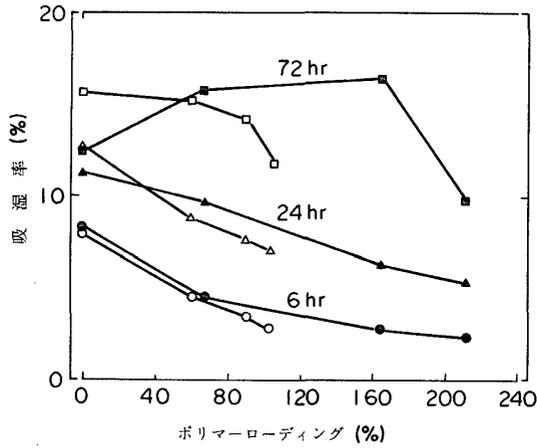


図 7 木材・VDC・AN・TAP 複合体の吸湿率とポリマーローディングの関係  
○, △, □: ブナ ●, ▲, ■: アカマツ

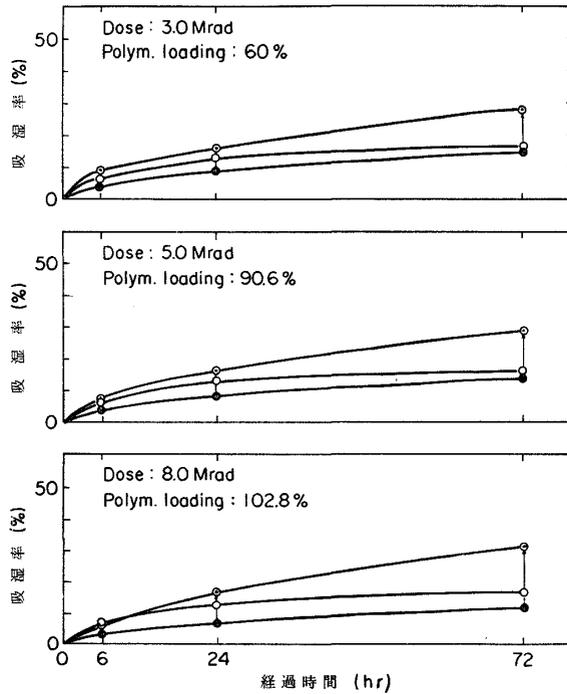


図 8 ブナ・VDC・AN・TAP 複合体の吸湿過程  
○: 無処理試験片 ●: 複合体のみかけの吸湿率  
◐: 木材を基準としたときの複合体の吸湿率

(1) 吸湿率

ブナおよびアカマツの VDC・AN・TAP (8:2:1) 複合体の吸湿率をみると、アカマツのその72時間吸湿を除いて、ポリマーローディングが増すに従いかなり低下することがわかるが、前報<sup>1)</sup>と同様木材を基準として吸湿率を計算すると図8および図9の矢印をつけた○印のようになり、いずれの場合も無処理標準試験片の吸湿率よりかなり大きな値を示す。この傾向は前報<sup>1)</sup>の木材・VDC 複合体のそれよりさらに高く、 $\gamma$ 線による VDC・AN・TAP との複合化によって木材の吸湿性はかなり大きくなる。この原因はモノマー混合物とくに AN の影響によるものと考えられるがその詳細は今後の研究に待ねばならない。

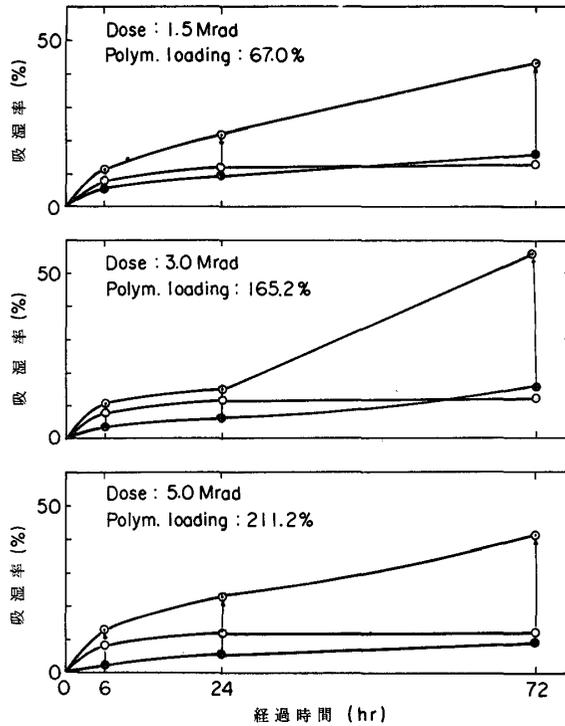


図9 アカマツ・VDC・AN・TAP 複合体の吸湿過程  
 ○：無処理試験片 ●：複合体のみかけの吸湿率  
 ⊙：木材を基準としたときの複合体の吸湿率

(2) 膨張率

ブナおよびアカマツの VDC・AN・TAP (8:2:1) 複合体を 40°C の飽湿下に72時間静置したときの膨張率とポリマーローディングの関係を図10に示す。また、複合体の含水率1%の変化に対する膨張率の変化を図11に示す。吸湿に伴う複合体の膨張率はブナとアカマツでは若干異った挙動を示した。含水率1%の変化に対する膨張率をみかけの含水率で評価すればブナにおいて大約60%のポリマーローディングで、無処理試験片に比較して接線方向で約50%，半径方向では約60～70%の値を示し、dimensional stability は高くなっている。アカマツにおいては接線方向での複合化による膨張率低下の割合がブナのそれより小さいが半径方向のそれは高く、ブナの複合体と同様高い dimensional stability を示している。これらの吸湿に伴う膨張率の変化は 40°C の飽湿下に72時間試験片をおいたときの膨張率のそれともよい一致を示した。なお、これらの dimensional stability はポリマーローディングが大約60%で最も高いが、ブナ、アカマツの複合体ではポリマーローディングがさらに増加するに従い、漸減の傾向を示している。

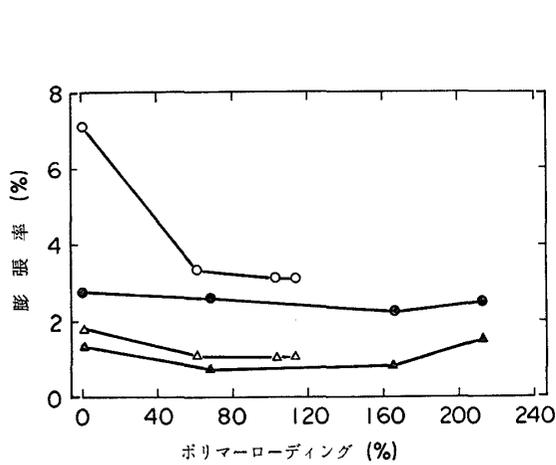


図10 飽湿下 (40°C) 72時間経過後における木材・VDC・AN・TAP 複合体の膨張率とポリマーローディングの関係  
接線方向 ○: ブナ ●: アカマツ  
半径方向 △: ブナ ▲: アカマツ

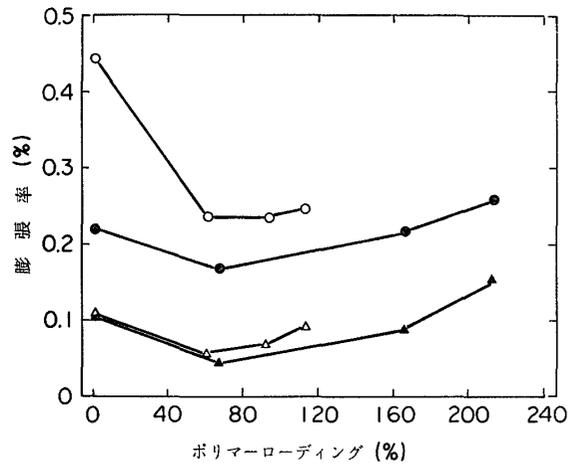


図11 木材・VDC・AN・TAP 複合体の含水率1% (40°C 飽湿) 当りの膨張率とポリマーローディングの関係  
接線方向 ○: ブナ ●: アカマツ  
半径方向 △: ブナ ▲: アカマツ

### 3.3 難燃性能

前報<sup>1)</sup>において VDC・ブナ複合体および VDC・アカマツ複合体の難燃性能試験を行ない、それらの発炎燃焼阻止作用を示すポリマーローディングがブナにおいて、29%、アカマツにおいて19%であることを示した。本実験では、燃焼試験法としては最も過酷なものひとつとされている ASTM D777 によって、レッドラワン単板と VDC, VDC・SbCl<sub>3</sub>, VDC・TAP および VDC・AN・TAP によって複合したものの難燃性能を試験・評価した。ASTM D777 では残炎時間、残じん時間および炭化長で性能を判定するが、本実験では炭化長を主体にして残炎、残じんを参考事項として考察した。

#### (1) ラワン単板・VDC 複合体

炭化長とポリマーローディングの関係を図12に示す。これによるとラワン単板・VDC 複合体はポリマー

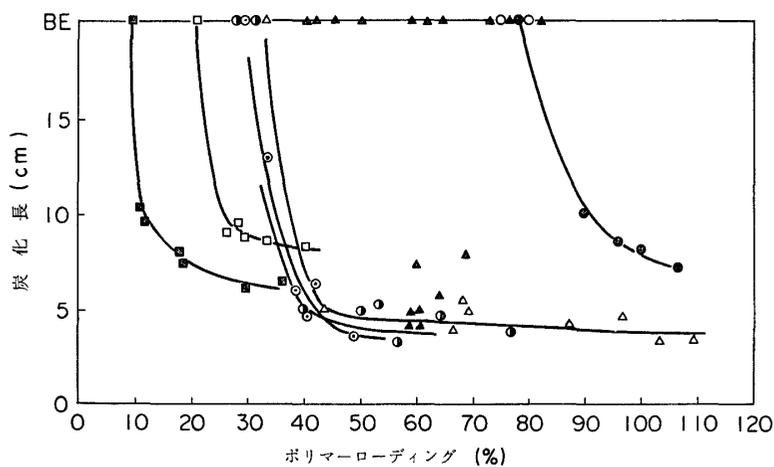


図12 ラワン・ポリマー複合体の炭化長とポリマーローディングの関係  
○: VDC, ●: VDC/SbCl<sub>3</sub> (100/2.5),  
⊙: VDC/SbCl<sub>3</sub> (100/5), ⊙: VDC/SbCl<sub>3</sub> (100/10),  
△: VDC/TAP (8/2), ▲: VDC/AN/TAP (8/2/1~2),  
□: NH<sub>4</sub>Cl, ■: NH<sub>4</sub>Br

ローディングが80%を超えたものであっても、試験片下端から強制着火した炎が上昇拡大して上端に至り、クランプ部分を除いて試験片全体が燃え（以下この状態をBEと略記する）、発炎燃焼阻止作用はほとんど認めることができなかつた。この結果は、前報<sup>1)</sup>におけるブナ・VDC複合材、アカマツ・VDC複合材のそれと著しく相異なる結果である。これは、試験方法、試験片の形状の相異なるものと考えられるが、樹種による複合化の相異も当然考えられ、今後の詳細な検討が待たれる。

(2) ラワン単板・VDC・SbCl<sub>3</sub> 複合体

塩素化合物の発炎燃焼阻止作用に対するSb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の相乗効果はすでに知られているが、本実験ではVDCと相溶性のあるSbCl<sub>3</sub>を用いてその相乗作用の有無を検討した。図12によればVDC/SbCl<sub>3</sub>;100/2.5の複合体ではポリマーローディング80%では燃焼阻止作用はないが90%以上ではASTM D777に規定された炭化長による難燃性能に合格し、VDC単独によるそれより発炎性能抑止の効果が認められる。VDCに対するSbCl<sub>3</sub>の割合を増したVDC/SbCl<sub>3</sub>:100/5および100/10の複合体ではいずれも38~40%のポリマーローディングで発炎燃焼を完全に阻止し、VDCの発炎燃焼阻止作用に対するSbCl<sub>3</sub>の顕著な相乗効果を認めることができた。しかしながら、NH<sub>4</sub>BrおよびNH<sub>4</sub>Clで処理した単板に比較して発炎燃焼阻止に要するポリマーローディングはかなり高く、モノマーの配合等今後の研究に待つところが多い。なお、NH<sub>4</sub>BrおよびNH<sub>4</sub>Cl処理単板の炭化長に比較してラワン単板・VDC・SbCl<sub>3</sub>複合体のそれはかなり短かく、試験片下端に強制着火させたときの炎の形成はきわめて抑制された小さなものであったことを示している。

ラワン単板・VDC・SbCl<sub>3</sub>複合体の難燃性能を炭化長によって判定した場合上述のような結果となるが、残炎、残じんについてみると、残炎はいずれにもないのに対し、残じんはいずれも15秒以上認められた。これはSbCl<sub>3</sub>の割合が多くなるに従い増加した。防じん性能附与の検討が不可欠であろう。

(3) ラワン単板・VDC・TAP 複合体およびラワン単板・VDC・AN・TAP 複合体

ハロゲンの燃焼抑制作用に対して、Sb, P および N を含む化合物が相乗作用を示す。本実験では、VDCの発炎燃焼抑制の相乗作用のみならず防じん作用の期待されるTAPをVDCと混用したラワン複合体、さらに、TAPに対して相乗効果の期待されるANをVDC・TAP混合モノマーに添加して得た複合体の炭化長とポリマーローディングの関係を図12に示した。これによると、VDC・TAP(8:2)との複合によってラワン単板はポリマーローディングが38~40%においてASTM D777が規定する難燃性能に達する。すなわ

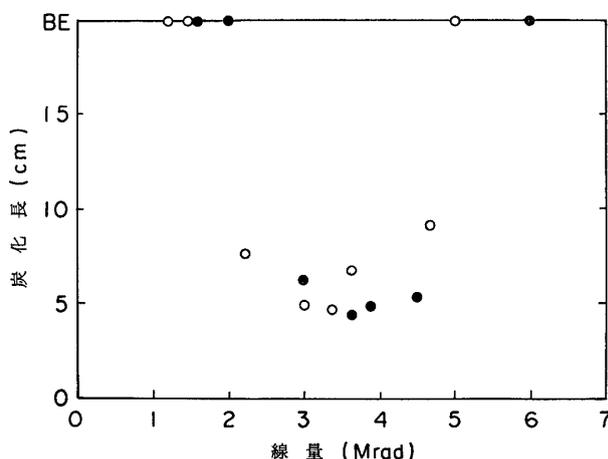


図13 ラワン単板・VDC・AN・TAP 複合体 (ポリマーローディング:55~70%) の炭化長と線量の関係  
○: VDC/AN/TAP (8/2/1)  
●: VDC/AN/TAP (8/2/2)

ち、このポリマーローディングにおいて炭化長は8~4.5 cmの範囲にとどまり、残炎、残じんも皆無であって、発炎燃焼のみならず表面(灼熱)燃焼に対しても十分な抑止作用が認められる。これに対し、TAPにANを添加して得た複合体の炭化長とポリマーローディングの関係は複雑で、VDC・AN・TAPの配合によって若干の相違はあるが、複合体のポリマーローディングが55~70%の範囲で、その展炎阻止作用はASTM D777に規定するものに達し(炭化長8 cm以下)、しかも残炎、残じんもなく、上述のラワン単板・VDC・TAP複合体のポリマーローディング40%以上のそれに匹敵する性能を示した。しかしポリマーローディングが55~70%の範囲を超えたものはいずれもBEであった。この関係を炭化長と $\gamma$ 線照射量で整理すると図13のようになり、高度の難燃性能を示す $\gamma$ 線照射の範囲は2.2~4.8 Mradであった。このようにラワン単板・VDC・AN・TAP複合体の難燃性能が限定された $\gamma$ 線照射量の範囲内で得られることはきわめて興味あることであるが、本実験ではこれを検討することができなかった。

#### 4 おわりに

木材および木質材料の材質改良と難燃性付与を目的として塩化ビニリデンに若干の化合物を添加したモノマー混合物を用いて、 $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ 線照射による木材・ポリマー複合体調製の可能性を検討した。

ブナ・アカマツおよびラワン単板を対象とし、塩化ビニリデンに三塩化アンチモン、トリアリルフォスフェート、アクリロトリルを添加して調製した複合体の物性は、前報<sup>1)</sup>の木材・塩化ビニリデン複合体のそれとほぼ同様であって、塩化ビニリデンに対する三塩化アンチモン、トリアリルフォスフェート、アクリロトリルの添加が複合体調製の上で障碍となることはなかった。

本実験で得た複合体の物理的・機械的性質の向上はとくに顕著ではない。これは、木材・塩化ビニリデン複合体と同様、木材のすぐれた特徴である空隙構造に塩化ビニリデンその他を充てんした高比重複合体を得たにとどまったことによっている。

一方、難燃性能は塩化ビニリデンに三塩化アンチモンあるいはトリアリルフォスフェートを添加することによって、木材・塩化ビニリデン複合体のそれより顕著な向上が認められた。

#### 文 献

- 1) 石原茂久ほか、木材研究資料第12号 53 (1978).
- 2) 後藤田正夫ほか、JAERI, 50 26, No. 3, 108 (1970).
- 3) 平井信二、北原覚一、木材理学、朝倉書店、東京 p. 84 (1951).